



**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re the Application of: Takashi TSUNOOKA *et al.*  
Group Art Unit: 3748  
Application No.: 10/521,556  
Examiner: Ching CHANG  
Filed: January 23, 2006  
Docket No.: 77670/597  
For: CONTROL DEVICE FOR MULTI-CYLINDER INTERNAL  
COMBUSTION ENGINE

**MAIL STOP -- AMENDMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450  
Sir:

**CLAIM FOR PRIORITY**


Sir:

According to the provisions of 35 U.S.C. § 119, Applicant hereby claims the benefit of the filing date of corresponding Japanese Patent Application No. 2003-146101, filed in the Japanese Patent Office on May 23, 2003 and Japanese Patent Application No. 2003-418590, filed in the Japanese Patent Office on December 16, 2003. These applications are referred to in the Declaration.

A copy of the certified applications as originally filed in Japan are attached hereto.  
Acknowledgment of this document is respectfully requested.

Respectfully submitted,

Date: February 27, 2007

  
Daniel G. Shanley  
Registration No. 54,863

KENYON & KENYON LLP  
1500 K Street, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20005-1257  
Tel.: (202) 220-4200  
Fax.: (202) 220-4201

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

2003年 5月23日

願 番 号  
Application Number:

特願 2 0 0 3 - 1 4 6 1 0 1

① 条約による外国への出願  
② 有する優先権の主張の基礎  
③ となる出願の国コードと出願

J P 2 0 0 3 - 1 4 6 1 0 1

country code and number  
our priority application,  
used for filing abroad  
for the Paris Convention, is

願 人  
licant(s):

トヨタ自動車株式会社

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

2007年 1月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

中嶋



出証番号 出証特 2 0 0 7 - 3 0 0 0 7 9 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 1025303

【提出日】 平成15年 5月23日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 F02D 13/02

【発明の名称】 多気筒内燃機関の制御装置

【請求項の数】 4

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

    【氏名】 橋爪 明

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

    【氏名】 平工 恵三

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

    【氏名】 金井 弘

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

    【氏名】 不破 直秀

【特許出願人】

    【識別番号】 000003207

    【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100077517

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 石田 敬

    【電話番号】 03-5470-1900

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100123582

【弁理士】

【氏名又は名称】 三橋 真二

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0306635

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 多気筒内燃機関の制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開弁特性を制御する開弁特性制御手段を備えた多気筒内燃機関の制御装置であって、

気筒間の吸気量差を推定し、推定された該吸気量差に応じて上記開弁特性の制御範囲を制限する、多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 2】 推定された吸気量差に加え、該吸気量差の推定時における機関回転数及び開弁特性を考慮して上記開弁特性の制御範囲を制限する、請求項 1 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 3】 上記開弁特性として作用角が制御される多気筒内燃機関の制御装置であって、その吸気量差を推定した時の作用角が大きいほど、作用角の制御範囲の下限值が大きくなるように設定されている、請求項 1 または 2 に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【請求項 4】 上記開弁特性としてバルブリフト量が制御される多気筒内燃機関の制御装置であって、その吸気量差を推定した時のバルブリフト量が大きいほど、バルブリフト量の制御範囲の下限值が大きくなるように設定されている、請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の多気筒内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、多気筒内燃機関の制御装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、スロットル弁に加えて、吸気弁や排気弁の作用角やバルブリフト量等の開弁特性を制御する装置を備え、スロットル弁開度と共に上記開弁特性をも制御して燃焼室内に吸入される空気量（以下、「吸気量」と言う）を制御するようにした内燃機関が開発され、公知となっている。

【0 0 0 3】

一方、従来より多気筒内燃機関においては、弁部分に関する組み付け公差や機差、あるいは弁部分の摩耗やデポジット付着等のために、気筒間の吸気量にばらつきが生じ、それによってトルク変動が発生する問題がある。そしてこのような問題は、上記のような開弁特性を制御して吸気量を制御するタイプの多気筒内燃機関においても同様に生じる場合があり、特にその影響は吸気圧が同じであれば吸気量が少なくなるような開弁特性である場合ほど、つまり、例えば吸気弁の作用角やバルブリフト量が小さい場合ほど大きくなることがわかっている。より具体的には、例えば吸気弁に同じ量のデポジットが付着した場合、実際の吸気量の目標吸気量からのずれは吸気の際の作用角やバルブリフト量が小さいほど大きくなり、その結果トルク変動も作用角やバルブリフト量が小さいほど大きくなる。

#### 【0004】

上記のような問題に対し、特許文献1には開弁特性を制御して吸気量を制御するタイプの多気筒内燃機関において、気筒間のトルク差を求め、気筒毎に燃料噴射量や点火時期を補正して気筒間のトルク差を小さくしようとする技術が開示されている。また、この文献には、実際の吸気量と目標吸気量とのずれが吸気弁の作用角が小さい場合ほど大きくなるのに対応して、上記燃料噴射量等の補正が吸気弁の作用角が小さい場合ほど大きくなるように設定すること等も開示されている。

#### 【0005】

##### 【特許文献1】

特開2002-303187号公報

##### 【特許文献2】

特開2000-310146号公報

##### 【特許文献3】

特開平4-19342号公報

##### 【特許文献4】

特開平1-187366号公報

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記した従来技術のように気筒間のトルク差を減少させるべく燃料噴射量や点火時期が制御されると排気エミッションの悪化を招く可能性がある。特に作用角およびまたはリフト量が小さくなる運転領域では排気エミッションが悪化し易いという問題がある。

本発明は上記したような問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、吸気弁およびまたは排気弁の開弁特性を変更可能な多気筒内燃機関において、排気エミッションの悪化を防止しつつ気筒間のトルク差を抑制し得る制御装置を提供することである。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するための手段として、特許請求の範囲の各請求項に記載された多気筒内燃機関の制御装置を提供する。

1 番目の発明は、吸気弁及び排気弁の少なくとも一方の開弁特性を制御する開弁特性制御手段を備えた多気筒内燃機関の制御装置であって、気筒間の吸気量差を推定し、推定された該吸気量差に応じて上記開弁特性の制御範囲を制限する、多気筒内燃機関の制御装置を提供する。

#### 【0008】

多気筒内燃機関において生じる気筒間のトルク差を減少させる方法としては、気筒毎に燃料噴射量や点火時期を補正する方法が考えられるが、この方法では排気エミッションが悪化する可能性がある。一方、多気筒内燃機関においてトルク変動を引き起こす気筒間のトルク差は、一般に気筒間の吸気量差に起因して生じ、また、その吸気量差は機関回転数の他、開弁特性にも影響を受ける。すなわち、気筒間の吸気量差の生じ易い開弁特性と、生じ難い開弁特性とが存在する。したがって、開弁特性の制御範囲を比較的気筒間の吸気量差の生じ難い開弁特性の範囲に制限すれば、気筒間の吸気量差を低減することが可能である。ただこの場合、開弁特性の制御範囲を制限して小さくすると開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果（例えば燃費の向上等）が低減してしまう場合がある。

#### 【0009】

1 番目の発明では、推定された上記気筒間の吸気量差に応じて上記開弁特性の

制御範囲に対する制限が決定されるので、実際に生じている気筒間の吸気量差、すなわちそれに起因するトルク変動及び排気エミッションの程度に応じて開弁特性の制御範囲を制限することができる。これにより、排気エミッションの悪化を防止しつつ気筒間のトルク差を抑制することができると共に、開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果をできるだけ保ちつつ気筒間のトルク差に起因するトルク変動及び排気エミッションの悪化を低減することができる。

#### 【0010】

2番目の発明では1番目の発明において、推定された吸気量差に加え、該吸気量差の推定時における機関回転数及び開弁特性を考慮して上記開弁特性の制御範囲を制限する。

上述したように、気筒間の吸気量差は、その時の機関回転数及び開弁特性に影響を受ける。したがって、同じ吸気量差であってもそれらを推定した時の機関回転数や開弁特性が異なれば、その吸気量差の持つ意味（すなわち、その吸気量差が示している異常の程度）は異なることになる。

#### 【0011】

2番目の発明においては、推定された上記吸気量差と、その吸気量差を推定した時の機関回転数並びに上記開弁特性を考慮して上記開弁特性の制御範囲に対する制限が決定されるので、吸気量差の推定された時の機関回転数や開弁特性にかかわらず、その吸気量差の持つ意味（すなわち、その吸気量差が示している異常の程度）を正確に反映して上記制御範囲の制限を決定することができる。つまり、2番目の発明によれば、任意の機関回転数及び任意の開弁特性の時に上記吸気量差を推定して、上記制御範囲の制限を決定することができる。

#### 【0012】

そして2番目の発明によっても、実際に生じている気筒間の吸気量差、すなわちそれに起因するトルク変動及び排気エミッションの程度に応じて開弁特性の制御範囲を制限することができる。そしてこれにより、排気エミッションの悪化を防止しつつ気筒間のトルク差を抑制することができると共に、開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果をできるだけ保ちつつ気筒間のトルク差に起因するトルク変動及び排気エミッションの悪化を低減することができる。



**【0013】**

3番目の発明では1番目または2番目の発明において、上記開弁特性として作用角が制御され、その吸気量差を推定した時の作用角が大きいほど、作用角の制御範囲の下限值が大きくなるように設定されている。すなわち例えば、同じ吸気量差が推定された場合、その吸気量差を推定した時の作用角が大きいほど、その後の作用角の制御範囲の下限值が大きくなるように設定される。

**【0014】**

上記開弁特性として作用角が制御される場合、作用角が小さくなるほど上記気筒間の吸気量差は生じ易い。したがって、3番目の発明のようにすることによって、気筒間の吸気量差を許容範囲内にするための上記開弁特性の制御範囲に対する制限が適切に決定され得る。これにより、排気エミッションの悪化を防止しつつ気筒間のトルク差を抑制することができると共に、開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果をできるだけ保ちつつ気筒間のトルク差に起因するトルク変動及び排気エミッションの悪化を低減することができる。

**【0015】**

4番目の発明では1番目から3番目の何れかの発明において、上記開弁特性としてバルブリフト量が制御され、その吸気量差を推定した時のバルブリフト量が大きいほど、バルブリフト量の制御範囲の下限值が大きくなるように設定されている。すなわち例えば、同じ吸気量差が推定された場合、その吸気量差を推定した時のバルブリフト量が大きいほど、その後のバルブリフト量の制御範囲の下限值が大きくなるように設定される。

**【0016】**

上記開弁特性としてバルブリフト量が制御される場合、バルブリフト量が小さくなるほど上記気筒間の吸気量差は生じ易い。したがって、4番目の発明のようにすることによって、気筒間の吸気量差を許容範囲内にするための上記開弁特性の制御範囲に対する制限が適切に決定され得る。これにより、排気エミッションの悪化を防止しつつ気筒間のトルク差を抑制することができると共に、開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果をできるだけ保ちつつ気筒間のトルク差に起因するトルク変動及び排気エミッションの悪化を低減することができる。

## 【0017】

また、1から4番目の何れかの発明において、上記開弁特性として作用角が制御され、同じ作用角の場合に推定された上記吸気量差が大きいほど、その後の作用角の制御範囲の下限值が大きくなるように設定されていてもよい。

こうすることによっても3番目の発明とほぼ同様の作用及び効果を得ることができる。

## 【0018】

更に、1から5番目の何れかの発明において、上記開弁特性としてバルブリフト量が制御され、同じバルブリフト量の場合に推定された上記吸気量差が大きいほど、その後のバルブリフト量の制御範囲の下限值が大きくなるように設定されていてもよい。

こうすることによっても4番目の発明とほぼ同様の作用及び効果を得ることができる。

## 【0019】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態について詳細に説明する。尚、図面において、同一又は類似の構成要素には共通の参照番号を付す。

図1は本発明の内燃機関の制御装置の一実施形態の概略構成図、図2は図1に示した内燃機関の制御装置の吸気系等の平面図である。図1及び図2において、1は内燃機関本体、2は吸気弁、3は排気弁である。図2から明らかなように、本実施形態における内燃機関は四気筒内燃機関であり、図2中の#1～#4はそれぞれ第一気筒から第四気筒を示している。

## 【0020】

図1において、8は気筒内に形成された燃焼室、9はバルブリフト量を変更するためのバルブリフト量変更装置である。つまり、バルブリフト量変更装置9を作動することにより、吸気弁2のバルブリフト量を制御することができる。本実施形態ではバルブリフト量変更装置9によって吸気弁2のバルブリフト量が変更されると、それに伴って、吸気弁2の開口面積が変更されることになる。本実施

形態の吸気弁 2 では、バルブリフト量が増加されるに従って吸気弁 2 の開口面積が増加するようになっている。また、後述するように本実施形態ではバルブリフト量変更装置 9 によって吸気弁 2 のバルブリフト量が変更されると、それに伴って、吸気弁 2 の作用角も変更される。

#### 【0021】

15 は燃料噴射弁、16 は吸気弁 2 のバルブリフト量及び作用角を検出するためのセンサ、17 は機関回転数を検出するためのセンサである。18 は気筒内に吸入空気を供給する吸気管内の圧力を検出するための吸気管圧センサ、19 はエアフローメータ、20 は内燃機関冷却水の温度を検出するための冷却水温センサ、21 は気筒内に供給される吸入空気の吸気管内における温度を検出するための吸入空気温センサ、22 は ECU（電子制御装置）である。50 はシリンダ、51、52 は吸気管、53 はサージタンク、54 は排気管、55 は点火栓、56 はスロットル弁、57 は排気ガス空燃比を検出するための空燃比センサである。

#### 【0022】

本実施形態において、燃料噴射弁 15 は ECU 22 に接続されており、ECU 22 からの信号によって噴射される燃料量や噴射時期を制御することができる。同様に、点火栓 55 も ECU 22 に接続されており、ECU 22 からの信号によって点火時期を制御することができる。また、スロットル弁 56 の開度はアクセルペダルの踏み込み量（以下、「アクセル踏み込み量」と言う）とは無関係に変更することができる、スロットル弁開度を調整することで吸気圧が制御される。

#### 【0023】

図 3 はバルブリフト量変更装置 9 が作動されるのに伴って吸気弁 2 のバルブリフト量が増加する様子を示した図である。図 3 に示すように、バルブリフト量変更装置 9 によって吸気弁 2 のバルブリフト量が連続的に変更せしめられる。また本実施形態では、バルブリフト量変更装置 9 が作動されるのに伴って、吸気弁 2 の開弁期間も変更せしめられる。つまり、吸気弁 2 の作用角も変更せしめられる。詳細には、吸気弁 2 のバルブリフト量が増加せしめられるのに伴って、吸気弁 2 の作用角が増加せしめられる（実線→破線→一点鎖線）。したがって、バルブリフト量変更装置 9 によって、バルブリフト量と作用角を制御することができ、

本実施形態においてバルブリフト量変更装置 9 は開弁特性制御手段を構成する。

#### 【0024】

更に本実施形態では、バルブリフト量変更装置 9 が作動されるのに伴って、吸気弁 2 のバルブリフト量がピークとなるタイミングも変更せしめられる。詳細には、吸気弁 2 のバルブリフト量が増加せしめられるのに伴って、吸気弁 2 のバルブリフト量がピークとなるタイミングが遅角せしめられる（実線→破線→一点鎖線）。

#### 【0025】

以上のように本実施形態では、開弁特性制御手段であるバルブリフト量変更装置 9 によって吸気弁 2 の開弁特性を制御することができ、スロットル弁 56 によって吸気圧を制御することができる。そして通常はこの開弁特性と吸気圧とを協調制御することによって、燃焼室 8 内に吸入される空気量、すなわち吸気量が制御される。

#### 【0026】

ところで、多気筒内燃機関においては、弁部分に関する組み付け公差や機差、あるいは弁部分の摩耗やデポジット付着等のために、気筒間の吸気量にばらつきが生じ、それによってトルク変動が発生する問題がある。そしてこのような問題は、本実施形態のような開弁特性を制御して吸気量を制御するタイプの多気筒内燃機関においても同様に生じる場合があり、特にその影響は吸気圧が同じであれば吸気量が少なくなるような開弁特性である場合ほど、つまり、例えば吸気弁 2 の作用角やバルブリフト量が小さい場合ほど大きくなることがわかっている。このような問題に対し、気筒間のトルク差を求め、気筒毎に燃料噴射量や点火時期を補正して気筒間のトルク差を小さくする方法も考えられるが、燃料噴射量や点火時期を補正して気筒間のトルク差を小さくする場合には排気エミッションが悪化する可能性がある。例えば、燃料噴射量のみでトルク変動を抑制させようとした場合には各気筒の空燃比が不均一になるため触媒による浄化率が低下する可能性がある。また、燃料噴射量の補正により各気筒の空燃比を均一化した上で点火時期を補正してトルク変動を抑制しようとした場合には未燃 HC の排出量が増加する可能性がある。これらの現象は、作用角・リフト量が小さくなる運転領域で

顕著となる。

#### 【0027】

そこで、本実施形態では、気筒間の吸気量差が開弁特性、すなわちバルブリフト量と作用角に大きな影響を受けることを考慮して、後述するような方法によってバルブリフト量及び作用角の制御範囲に対する制限を決定し、気筒間の吸気量差に基づいて生じる気筒間のトルク差に起因するトルク変動を容易且つ確実に低減するようにする。なお、上述の説明からも明らかなように本実施形態では開弁特性であるバルブリフト量と作用角に一定の関係があるので、以下の制御範囲に対する制限を決定する方法の説明では開弁特性としてバルブリフト量を用いて説明する。

#### 【0028】

図4は、上記バルブリフト量の制御範囲に対する制限を決定する方法の一つを実施するための制御ルーチンを示すフローチャートである。本制御ルーチンはECU22により一定時間毎の割込みによって実施される。本制御ルーチンがスタートすると、まずステップ101において、気筒間の吸気量差の推定を行う条件が成立しているか否かが判定される。この条件は、内燃機関が予め定めた所定の機関回転数及び所定のバルブリフト量で運転されている場合に成立するものである。気筒間の吸気量差を推定する際には機関回転数及びバルブリフト量が一定となる定常運転状態となっていることが好ましいので、例えば、上記所定の機関回転数及び所定のバルブリフト量は、上記内燃機関が暖機後のアイドリング運転時にとる機関回転数及びバルブリフト量とされ得る。

#### 【0029】

ステップ101において、上記条件が成立していないと判定された場合には本制御ルーチンは終了し、上記条件が成立していると判定された場合にはステップ103に進む。ステップ103においては気筒間の吸気量差の推定がなされる。気筒間の吸気量差を推定するための方法には様々なものが考えられるが、例えば、機関回転数変動に基づいて推定する方法、空燃比の変化に基づいて推定する方法、吸気管圧の変化に基づいて推定する方法等がある。ここで、これらの方法について簡単に説明しておく。

**【 0 0 3 0 】**

まず機関回転数変動に基づいて推定する方法であるが、これには機関回転数を検出するためのセンサ 1 7 が利用される。すなわち、本実施形態ではセンサ 1 7 により機関回転数の経時変化が求められるので、これをクランク角度との関係で解析することにより各気筒（# 1 ～ # 4）における爆発に対応する回転数の変動（例えば各気筒における点火直前の機関回転数と点火後のピーク回転数との差）を求めることができる。そしてこれに基づいて各気筒の吸気量を推定することができ、その各気筒に対して得られた吸気量の中の最大値と最小値との差を計算することで気筒間の吸気量差を求めることができる。

**【 0 0 3 1 】**

次に空燃比の変化に基づいて推定する方法であるが、これには排気ガス空燃比を検出するための空燃比センサ 5 7 が利用される。すなわち、本実施形態では空燃比センサ 5 7 により排気ガス空燃比の経時変化が求められるので、これをクランク角度との関係で解析することにより各気筒における空燃比を求めることができる。そしてこれに基づいて各気筒の吸気量を推定することができ、その各気筒に対して得られた吸気量の中の最大値と最小値との差を計算することで気筒間の吸気量差を求めることができる。

**【 0 0 3 2 】**

最後に吸気管圧の変化に基づいて推定する方法であるが、これには吸気管内の圧力を検出するための吸気管圧センサ 1 8 が利用される。すなわち、本実施形態では吸気管圧センサ 1 8 により吸気管内の圧力の経時変化が求められるので、これをクランク角度との関係で解析することにより各気筒における空燃比を求めることができる。そしてこれに基づいて各気筒の吸気量を推定することができ、その各気筒に対して得られた吸気量の中の最大値と最小値との差を計算することで気筒間の吸気量差を求めることができる。

**【 0 0 3 3 】**

以上のような方法により気筒間の吸気量差が推定されると、ステップ 1 0 5 に進み、ステップ 1 0 3 で推定した上記吸気量差に応じて、その後のバルブリフト量制御における制御範囲の下限値が決定される。このバルブリフト量制御におけ

る制御範囲の下限値の決定には例えば図5（a）に示されたようなマップが用いられる。このマップは上記所定の機関回転数及び所定のバルブリフト量の場合に対応して事前に作成されるものであるが、上記所定の機関回転数及び所定のバルブリフト量以外の運転条件においても気筒間の吸気量差が、許容できる排気エミッション及びトルク変動の範囲に対応する吸気量差の許容範囲内になるようにするバルブリフト量の下限値を示すものである。

#### 【0034】

図5（a）に示したように、上記バルブリフト量の下限値はステップ103において推定される気筒間の吸気量差が大きいほど大きくなる傾向がある。これは気筒間の吸気量差がバルブリフト量が小さいほど生じ易いためである。このようなマップを適切に作成することにより、気筒間の吸気量差を許容範囲内にするためのバルブリフト量の制御範囲に対する制限が適切に決定され得る。なお、このような上記バルブリフト量の下限値を決定するためのマップとして、図5（b）に示すようにステップ103において推定される気筒間の吸気量差が大きくなるに従い、上記バルブリフト量の下限値がステップ状に大きくなるようにされているマップを用いてもよい。

#### 【0035】

ステップ105においてバルブリフト量の下限値が決定されると、その後の吸気量の制御においてバルブリフト量の制御範囲が上記下限値以上に制限されることになるが、スロットル弁56による吸気圧制御との協調制御によって全気筒の総吸気量（すなわち、内燃機関の吸気量）は目標吸気量へと制御され得る。すなわち、本来バルブリフト量が上記下限値よりも小さくなることで実現していた吸気量は、スロットル弁56の開度をより閉側に制御することで実現される。

#### 【0036】

以上のように、この方法よれば、実際に生じている気筒間の吸気量差、すなわちそれに起因するトルク変動及び排気エミッションの程度に応じてバルブリフト量の制御範囲を制限することができる。これにより、開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果をできるだけ保ちつつ気筒間のトルク差に起因するトルク変動及び排気エミッションの悪化を低減することができる。

**【 0 0 3 7 】**

そして上記のようなバルブリフト量の制御範囲を制限することによってトルク変動を低減する方法は、気筒毎に燃料噴射量や点火時期を補正することによってトルク変動を低減する方法に比べて、どの気筒でどの程度のトルクの過不足が生じているかを特定する必要がないために容易であり、また燃料噴射量や点火時期の誤補正が生じないために確実である。

**【 0 0 3 8 】**

次に図 6 を参照しつつ、トルク変動の低減及び排気エミッションの悪化抑制を図るためのバルブリフト量の制御範囲に対する制限を決定する別の方法について説明する。図 6 は、この方法を実施するための制御ルーチンを示すフローチャートである。本制御ルーチンは ECU 2 2 により一定時間毎の割込みによって実施される。本制御ルーチンがスタートすると、まずステップ 2 0 1 において、その時の機関回転数及びバルブリフト量における気筒間の吸気量差の推定が行われる。ここで気筒間の吸気量差は、図 4 の制御ルーチンのステップ 1 0 3 に関連して説明したような方法によって推定される。

**【 0 0 3 9 】**

ステップ 2 0 1 で気筒間の吸気量差の推定が行われると、ステップ 2 0 3 に進み、バルブリフト量の下限值を決定するためのマップの選定が行われる。ここでのマップの選定は、ステップ 2 0 1 で気筒間の吸気量差の推定を行った時の機関回転数に基づいて行われる。これは気筒間の吸気量差が機関回転数の影響を受けるため、同じ吸気量差であってもそれらを推定した時の機関回転数が異なれば、その吸気量差の持つ意味（すなわち、その吸気量差が示している異常の程度）は異なることになるので、気筒間の吸気量差からバルブリフト量の下限值を決定する際には機関回転数を考慮する必要があるからである。

**【 0 0 4 0 】**

選定されるマップは例えば図 7 に示したようなものである。これは各機関回転数に対応して事前に作成されるものであるが、想定される運転条件において気筒間の吸気量差が、許容できるトルク変動及び排気エミッションの範囲に対応する吸気量差の許容範囲内になるようにするバルブリフト量の下限值を示すものであ



る。図 7 に示したマップは、気筒間の吸気量差の推定を行った時の機関回転数が R であった場合のものであり、横軸が気筒間の吸気量差の推定を行った時のバルブリフト量、縦軸がステップ 2 0 1 で推定された気筒間の吸気量差である。曲線 a、b、c、d はそれぞれ、同じバルブリフト量下限値となる点を結んだものであり、曲線 a のバルブリフト量下限値が一番小さく、b、c、d と次第に大きくなる。すなわち、図 7 に示したマップ上には、バルブリフト量の制御範囲の下限値が、バルブリフト量が同じ場合には推定された上記吸気量差が大きいほど大きくなるように設定され、同じ吸気量差に対してはその吸気量差を推定した時のバルブリフト量が大きいほど大きくなるように設定されている。これはバルブリフト量が小さくなるほど上記気筒間の吸気量差が生じ易いためである。このようなマップを適切に作成することにより、気筒間の吸気量差を許容範囲内にするためのバルブリフト量の制御範囲に対する制限が適切に決定され得る。

#### 【0 0 4 1】

ステップ 2 0 3 でマップが選定されるとステップ 2 0 5 に進み、ステップ 2 0 3 で選定したマップに基づいて上記バルブリフト量の下限値が決定される。そして、ステップ 2 0 5 においてバルブリフト量の下限値が決定されると、その後の吸気量の制御においてバルブリフト量の制御範囲が上記下限値以上に制限されることになる。なお、上述したように、バルブリフト量の制御範囲が制限されてもスロットル弁 5 6 による吸気圧制御との協調制御によって吸気量制御は問題なく実施され得る。

#### 【0 0 4 2】

以上のように、この方法よれば、推定された上記吸気量差と、その吸気量差を推定した時の機関回転数及びバルブリフト量を考慮してバルブリフト量の制御範囲に対する制限が決定されるので、上記吸気量差が推定された時の機関回転数やバルブリフト量にかかわらず、その吸気量差の持つ意味（すなわち、その吸気量差が示している異常の程度）を正確に反映して上記制御範囲の制限を決定することができる。つまり、この方法によれば、任意の機関回転数及び任意のバルブリフト量の時に上記吸気量差を推定して、上記制御範囲の制限を決定することができる。なお、他の実施形態では、上記気筒間の吸気量差の推定を実施する際の機

関回転数とバルブリフト量の何れかを特定し、使用するマップの数の減少を図ってもよい。

#### 【0043】

また、この方法によっても、実際に生じている気筒間の吸気量差、すなわちそれに起因するトルク変動及び排気エミッションの程度に応じてバルブリフト量の制御範囲を制限することができ、開弁特性を制御して吸気量を制御することによる効果をできるだけ保ちつつ気筒間のトルク差に起因するトルク変動及び排気エミッションの悪化を低減することができる。更に、この方法も図4を参照しつつ説明した方法と同様、バルブリフト量の制御範囲を制限することによってトルク変動を低減するものであるので、気筒毎に燃料噴射量や点火時期を補正することによってトルク変動を低減する場合に比べて、トルク変動を容易且つ確実に低減することができる。

#### 【0044】

なお、上述した実施形態では、バルブリフト量変更装置9が吸気弁2側のみに設けられているが、他の実施形態においてはバルブリフト量変更装置が排気弁3側に設けられてもよいし、吸気弁2側および排気弁3側の両方に設けられてもよい。そして、この場合、排気弁についても作用角やバルブリフト量が小さくなると気筒内の残留排気ガスが多くなるために吸気量が減り、作用角やバルブリフトが小さいほど気筒間の吸気量差が生じ易いと考えられることから、排気弁に対して上述した実施形態の吸気弁の場合と同様の手法を適用することで、より一層のトルク変動の低減を図ることが可能であると考えられる。

#### 【0045】

また、上述した実施形態では、開弁特性である作用角とバルブリフト量に一定の関係があったが、他の実施形態では作用角とバルブリフト量とを互いに独立に変更するようにしても良く、作用角のみもしくはバルブリフト量のみを変更しても良い。

#### 【0046】

このように、様々な変形例が考えられるが、何れの場合においても上記気筒間の吸気量差を推定した時の開弁特性が同じであれば推定された上記吸気量差が大

きいほど、開弁特性の制御範囲の最小吸気量を実現する側の限界が、吸気圧が同じであれば吸気量がより多くなる側に設定される。

#### 【 0 0 4 7 】

##### 【発明の効果】

各請求項に記載の発明は、開弁特性を制御する開弁特性制御手段を備えた多気筒内燃機関において、トルク変動を抑制しつつ排気エミッションの悪化を抑制することができるという共通の効果を奏する。

##### 【図面の簡単な説明】

###### 【図 1】

図 1 は、本発明の内燃機関の制御装置の一実施形態の概略構成図である。

###### 【図 2】

図 2 は、図 1 に示した内燃機関の制御装置の吸気系等の平面図である。

###### 【図 3】

図 3 は、バルブリフト量変更装置が作動されるのに伴って吸気弁のバルブリフト量が増加する様子を示した図である。

###### 【図 4】

図 4 は、トルク変動を低減するためのバルブリフト量の制御範囲に対する制限を決定する方法を示すフローチャートである。

###### 【図 5】

図 5 は、図 4 のフローチャートで示された方法で使用するバルブリフト量の制御範囲の下限値を決定するためのマップである。

###### 【図 6】

図 6 は、トルク変動を低減するためのバルブリフト量の制御範囲に対する制限を決定する別の方法を示すフローチャートである。

###### 【図 7】

図 7 は、図 6 のフローチャートで示された方法で使用するバルブリフト量の制御範囲の下限値を決定するためのマップである。

##### 【符号の説明】

1 … 内燃機関本体

2 …吸気弁

3 …排気弁

8 …気筒内の燃焼室

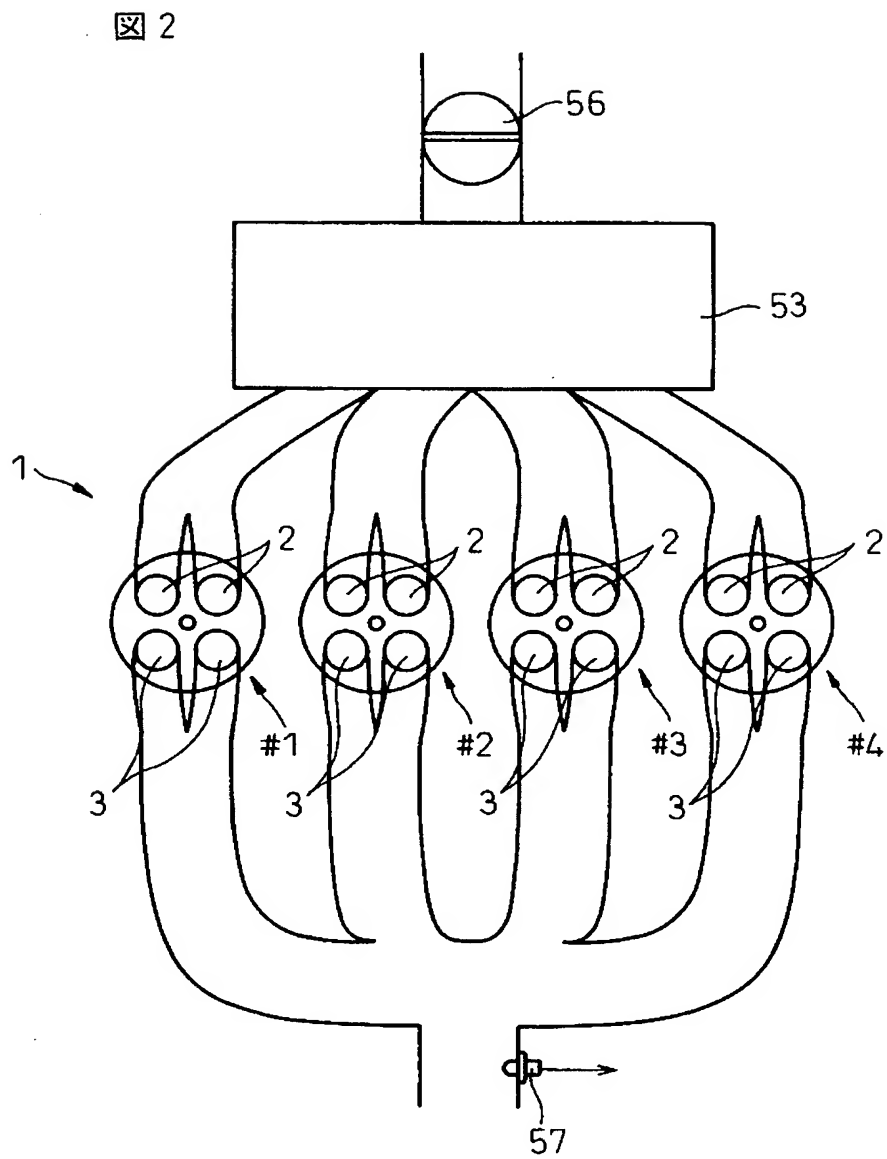
9 …バルブリフト量変更装置

5 6 …スロットル弁

5 7 …空燃比センサ

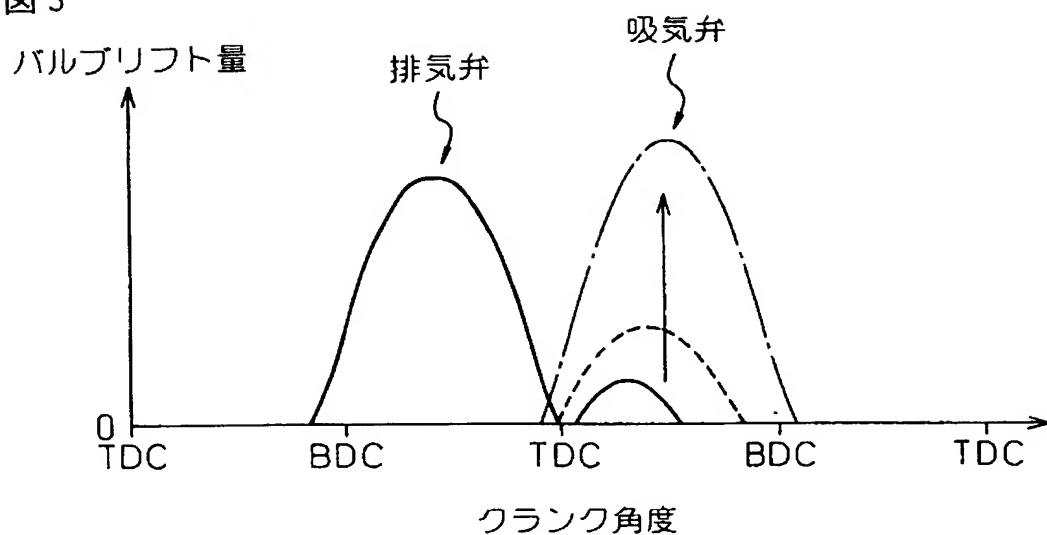


【図 2】



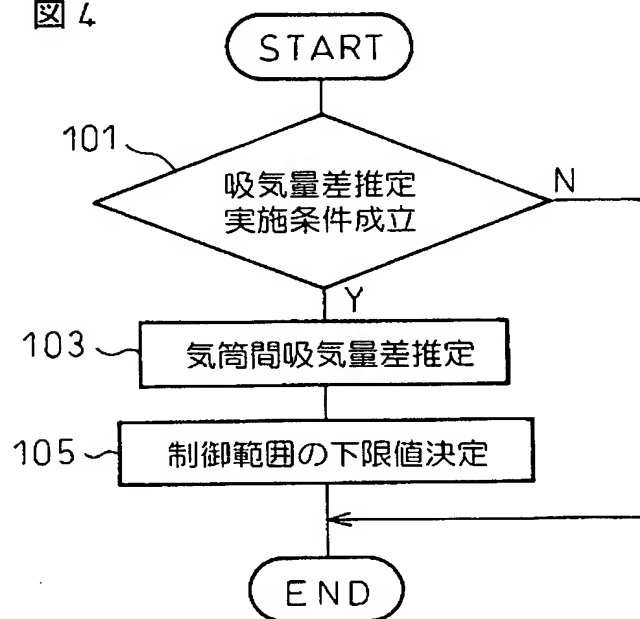
【図 3】

図 3



【図 4】

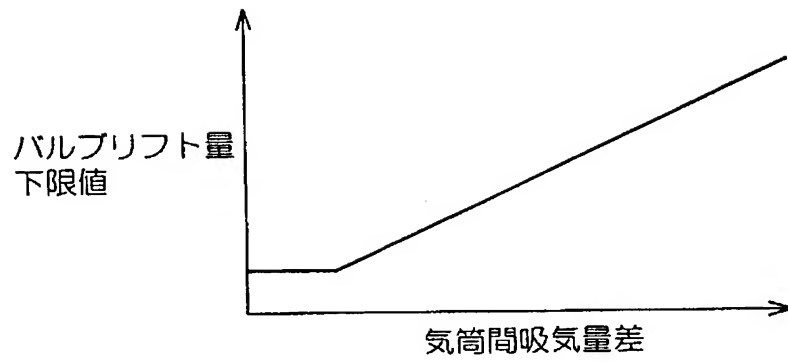
図 4



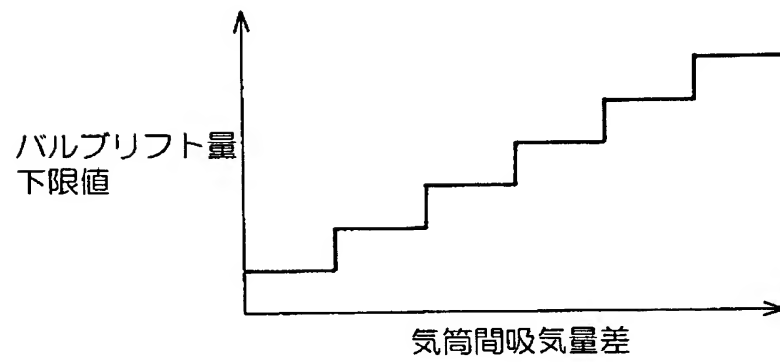
【図 5】

図 5

(a)

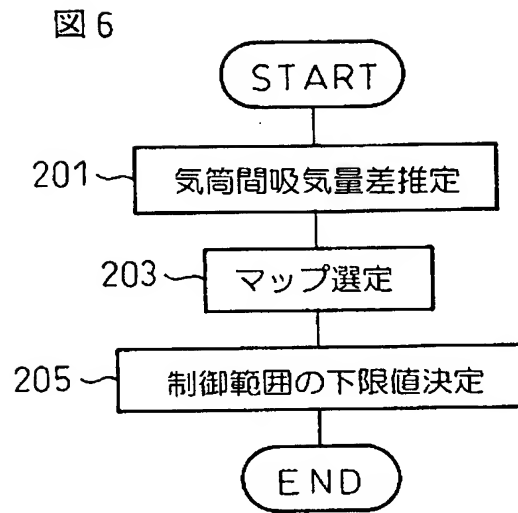


(b)



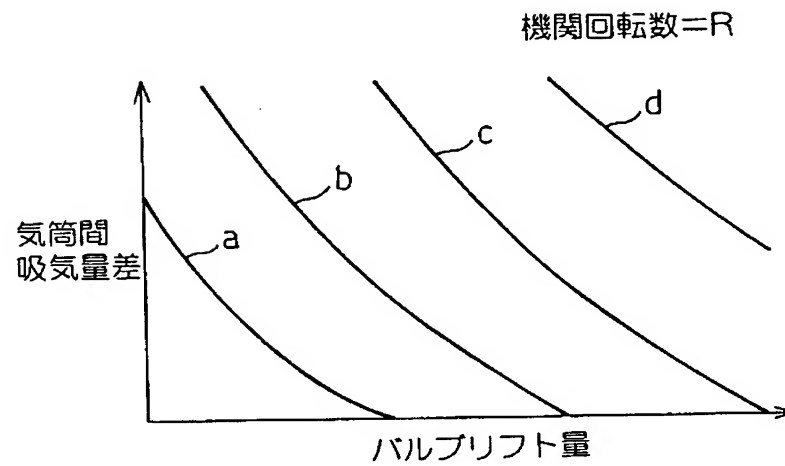


【図 6】



【図 7】

図 7



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 開弁特性を変更可能な多気筒内燃機関において、排気エミッションの悪化を防止しつつ気筒間のトルク差を抑制し得る制御装置を提供する。

【解決手段】 吸気弁 2 及び排気弁 3 の少なくとも一方の開弁特性を制御する開弁特性制御手段 9 を備えた多気筒内燃機関 1 の制御装置であって、気筒間の吸気量差を推定し、推定された該吸気量差に応じて上記開弁特性の制御範囲を制限する、多気筒内燃機関の制御装置を提供する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 4 6 1 0 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社